

**STUDI PENURUNAN TSS, *TURBIDITY* DAN COD DENGAN MENGGUNAKAN  
KITOSAN DARI LIMBAH CANGKANG KEONG SAWAH (*Pila ampullacea*)  
SEBAGAI BIOKOAGULAN DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PT. SIDO  
MUNCUL, TBK SEMARANG.**

**Poso Nasution <sup>\*)</sup> Sri Sumiyati <sup>\*\*)</sup> Irawan Wisnu Wardana <sup>\*\*)</sup>**

Email : pososp@gmail.com

**ABSTRACT**

*PT . Sido Muncul, Tbk is one of the largest and well-known herbal industry in Indonesia. PT . Sido Muncul,Tbk produces wastewater that contains high concentration of solids (TS) largely in the form of organic materials that cause high turbidity. The characteristics of the wastewater in the equalization basin was BOD 913.29 mg/l ; COD 6250 mg/l ; pH 5:33 ; Temperature 27°C ; 651 NTU turbidity and TSS 780 mg/l . Research had been conducted with batch method to treat PT . Sido Muncul, Tbk's wastewater by adding chitosan extracted from rice fields conch shell (*Pila ampullacea*) as an alternative eco friendly bio-coagulant.*

*Chitosan extraction results have a degree of de-acetylation , ash content and moisture content of 36.9 % ; 6.72 % ; 36.29 % respectively . The application of chitosan as bio-coagulant in herbal industry's wastewater treatment (PT . Sido Muncul, Tbk) was done by adding variation of doses of 150 mg/l ; 200 mg/l ; 250 mg/l and 300 mg/l and variation of stirring speed of 100 rpm ; 125 rpm and 150 rpm .*

*The results showed that chitosan extracted from rice field conch shell was able to reduce the solids contained in the wastewater with the optimum dose of 250 mg/l at 100 rpm stirring speed. Decreased levels of the parameters studied were TSS 84.84 % , turbidity 73.76 % and COD 68.86 %.*

*Key word: Chitosan, Biocoagulant, Herbal Industry, Solids removal, coagulation flocculation, conch shell*

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Penggunaan koagulan dalam pengolahan air minum dan limbah industri sudah menjadi hal yang umum dilakukan. Koagulan berfungsi untuk menurunkan kekeruhan dengan mengikat kandungan solid yang ada dalam air.

Selama ini koagulan yang digunakan adalah jenis koagulan kimia seperti tawas, PAC (poly aluminium chloride) dan lain lain. Seiring dengan meningkatnya kesadaran manusia akan kesehatan lingkungan, maka koagulan alami mulai banyak diteliti karena penggunaan koagulan kimia memberikan dampak yang tidak baik bagi manusia dan lingkungan

---

<sup>\*)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan  
FT UNDIP

<sup>\*\*)</sup> Dosen Pembimbing Program Studi Teknik  
Lingkungan FT UNDIP

(Flaten, 2001). Salah satu biokoagulan yang dikembangkan adalah kitosan yang berasal dari hewan dari kelas crustacea, artrophoda, gastrophoda dan lain lain (Stephen, 2006).

Keong sawah merupakan hewan mollusca dari kelas gastrophoda. Keong jenis ini banyak ditemukan di sawah yang pada umumnya menjadi hama karena memakan batang padi yang baru di tanam sehingga mengganggu pertumbuhan padi. Selain menjadi hama, keong sawah juga belum dimanfaatkan secara maksimal. Pemanfaatan keong terbatas pada konsumsi daging keong oleh sebagian masyarakat yang menyebabkan cangkangnya sangat melimpah dan mudah ditemukan. Dalam cangkang keong sawah terdapat kandungan kitin yang menjadi bahan utama pembuatan kitosan. Dari penelitian yang dilakukan oleh (Hendrawan, 2011), kitosan yang diperoleh dari 385 gram cangkang keong bakau (*Telescopium* sp) adalah sebanyak 33 gram atau sekitar 8.5%. Sedangkan dalam (Stephen, 2006) disebutkan bahwa cangkang gastropoda memiliki kandungan kitin mencapai 20 %.

Pada penelitian ini biokoagulan kitosan dari cangkang keong sawah akan diaplikasikan pada limbah cair yang dihasilkan oleh PT. Sido Muncul, Tbk. Sebagai salah satu perusahaan obat tradisional yang terkemuka di Indonesia.

PT. Sido Muncul, Tbk tidak ingin kehadirannya menghasilkan limbah yang dapat merusak lingkungan. Untuk itu PT. Sido Muncul, Tbk melakukan upaya pencegahan pencemaran lingkungan untuk menjaga kelestarian alam sekaligus melestarikan tanaman obat yang ada di Indonesia. Untuk pengolahan limbah cair, pada lokasi pabrik dipasang instalasi pengolahan air limbah seperti bak equalisasi dan bak sedimentasi serta penambahan koagulan pada proses pengolahannya (Risdianto, 2007).

### **Tujuan Penelitian**

1. Menganalisis kemampuan kitosan sebagai biokoagulan dalam penurunan TSS, *turbidity* dan COD dalam proses pengolahan limbah.
2. Mengetahui dosis dan kecepatan optimum biokoagulan kitosan untuk proses pengolahan koagulasi flokulasi di Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. Sido Muncul.
3. Menganalisis efisiensi penurunan TSS, *turbidity* dan COD dengan penggunaan biokoagulan kitosan dalam proses koagulasi flokulasi.

### **Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi masukan bagi dunia industri khususnya PT. Sido Muncul, Tbk dalam menemukan biokoagulan alternatif yang

lebih ramah lingkungan dalam pengolahan limbah..

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **1. Alat dan Bahan**

#### **a. Bahan**

1. Canggang Keong sawah
2. Limbah cair PT.Sido Muncul, Tbk

#### **b. Alat**

1. Jartest
2. Spektrofotometer
3. Neraca Analitik
4. Alat Gelas

### **2. Pemurnian Kitin dan Kitosan**

Isolasi kitin dan kitosan dilakukan dengan menggunakan metode No and Mayers dengan cara sebagai berikut ;

#### Persiapan

Cangkang keong sawah (Pila ampullacea) dicuci bersih dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Canggang yang telah bersih dan kering dihaluskan untuk memperoleh serbuk cangkang keong sawah dengan ukuran 60 mesh.

#### Deproteinasi

Ke dalam satu mangkuk kaca bulat berdiameter 45 cm, masing-masing wadah diisi dengan serbuk Canggang keong sawah sebesar 300g. Kemudian ditambahkan larutan NaOH 3 % dengan perbandingan 3:1 (v/b) dan dilakukan pengadukan dengan magnetic stirrer selama 1 jam. Setelah itu dilakukan pemanasan dengan hot plate dengan suhu

85oC selama tiga puluh menit, larutan disaring dan dinetralkan hingga ber-pH7 dengan cara dilakukan pencucian menggunakan air dan aquades. Hasil rendemen proses deproteinasi kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari dan ditimbang.

#### Demineralisasi

Serbuk cangkang keong sawah hasil deproteinasi ditambahkan dengan larutan HCl 1.25 N dengan perbandingan 3:1 (v/b). Penggunaan HCl 1.25 N digunakan untuk menguraikan dan menghilangkan mineral-mineral  $\text{CaCO}_3$ , reaksi ini ditandai dengan adanya gelembung gas. Setelah tu dilakukan pemanasan pada 75oC dengan menggunakan hot plate selama satu jam. Setelah dilakukan pemanasan, larutan disaring dan dinetralkan dengan cara pencucian hingga larutan ber-pH7. Larutan yang sudah netral tersebut kemudian dikeringkan dengan cara penjemuran hingga sampel menjadi kering. Larutan yang sudah kering tersebut merupakan khitin yang berasal dari proses deproteinasi dan demineralisasi pada cangkang keong sawah.

#### Pembuatan Kitosan

Pembuatan kitosan dilakukan dengan melalui proses deasetilasi kitin dengan menggunakan metode No and Mayers yaitu melakukan pemanasan kithin dengan larutan NaOH 40% selama satu jam dengan suhu 140oC. Perendaman

dilakukan dengan menggunakan perbandingan 3:1 (v/b). Setelah dilakukan proses pemanasan, larutan disaring dan dinetralkan dengan cara pencucian hingga larutan ber-pH7 dengan menggunakan air dan aquades. Hasil yang didapatkan berupa kitosan dianalisa dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).

### 3. Pengujian kemampuan Biokoagulan

- a. Sampel limbah cair masing-masing dimasukkan ke dalam gelas beker 1000 ml
- b. Sebanyak 150mg, 200mg, 250mg, dan 300mg kitosan yang telah dicampurkan dengan aquadest masing-masing dimasukkan ke dalam gelas beker yang telah berisi 1000 ml limbah. Dengan demikian variasi dosis yang digunakan adalah 100 mg/l, 150 mg/l, 200 mg/l, 250 mg/l, 300 mg/l.
- c. Selanjutnya dilakukan Jarrest dengan kecepatan pengadukan cepat dalam 4 variasi yaitu: 100 rpm, 125 rpm dan 150 rpm selama 1 menit diikuti dengan pengadukan lambat 40 rpm selama 3 menit dan pengendapan selama 60 menit pada setiap sample. Perlakuan jarrest ini dilakukan sebanyak 2 kali ulangan untuk setiap sample yang digunakan.

### 4. Variabel Penelitian

#### a. Variabel Bebas

##### 1. Dosis koagulan

Dosis biokoagulan yang digunakan adalah 150 mg/l, 200mg/l, 250 mg/l dan 300 mg/l.

##### 2. Sumber Limbah dari PT.Sido Muncul,Tbk.

##### 3. Kecepatan pengadukan cepat : 100rpm, 125 rpm, dan 150 rpm

#### b. Variabel terikat

##### 1. Kekeruhan

##### 2. TSS

##### 3. COD

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Limbah Cair PT. Sido Muncul, Tbk

Secara umum telah dilakukan pengukuran terhadap beberapa parameter air limbah dalam menentukan karakteristik air limbah yang dihasilkan oleh industri jamu PT. Sido Muncul, Tbk. Limbah yang dihasilkan oleh PT. Sido Muncul, Tbk memiliki karakteristik sebagai berikut :

Tabel 1. Karakteristik Limbah Awal PT. Sido Muncul, Tbk

No	Parameter	Satuan	Konsentrasi
1.	BOD	mg/L	913.29
2.	COD	mg/L	6250
3.	pH		5.33
4.	Suhu	oC	27°C
5.	Turbidity	NTU	651
6.	TSS	mg/L	780

### Pembuatan Koagulan Kitosan

Sisa rendemen yang didapatkan dari setiap tahapan proses dapat dirangkum dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 1 Rendemen setiap Tahapan Proses Pembuatan Kitosan

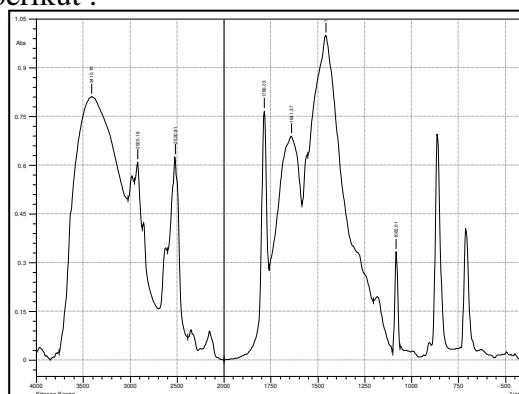
No	Tahapan Proses	Massa awal (gram)	Rendemen (gram)	Persentase
1.	Deproteinasi	300	258	86 %
2.	Demineralisasi	258	57.5	19.16 %
3.	Deasetilasi	57.5	33.32	11.10 %

(Sumber : analisa penulis, 2014)

## Karakteristik Kitosan

### Derajat Deasetilasi (DD)

Hasil rendemen kitosan yang diperoleh dari proses deasetilasi dikarakterisasi dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) untuk mengetahui derajat deasetilasinya. Uji karakteristik lain yang dilakukan adalah kadar air dan kadar abu. Hasil uji karakteristik dengan menggunakan FTIR diperoleh hasil serapan gelombang sebagai berikut :



Gambar 1. Serapan Gelombang Infra Merah Kitosan Keong Sawah

Berdasarkan data diatas maka derajat deasetilasi (DD) dapat dihitung dengan menggunakan metode base line. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung derajat deasetilasi kitosan keong sawah adalah persamaan Domszy dan Robert sebagai berikut :

$$\% DD = \left[ 1 - \left[ \frac{A_{1655}}{A_{3450}} \times \frac{1}{1.33} \right] \right] \times 100 \%$$

$$\% DD = \left[ 1 - \left[ \frac{0.669111}{0.797445} \times \frac{1}{1.33} \right] \right] \times 100 \%$$

$$\% DD = 36.9 \%$$

Dari hasil perhitungan diatas diketahui bahwa nilai derajat deasetilasi kitosan keong sawah adalah 36.9 %. Hal ini menunjukkan bahwa hanya sekitar 36.9 % residu kitin yang terdeasetilasi menjadi kitosan. Derajat deasetilasi menunjukkan kemurnian kitosan, semakin tinggi derajat deasetilasi maka semakin murinia kitosan tersebut.

### Kadar Air

Kadar air kitosan keong sawah diukur dengan menggunakan alat ukur kadar air digital yaitu *moisturemeter shimidzu*. Kadar air kitosan keong sawah yang terukur adalah sebesar 6.72 %.

### Kadar Abu

Kadar abu atau kadar mineral kitosan dianalisa dengan menggunakan tanur/furnace dengan membakarnya pada suhu 600oC selama 3 jam. Hasil kadar abu yang diperoleh adalah sebesar 36.29 %. Dimana berat kitosan sampel yang digunakan adalah 5.0388 gr.

### Aplikasi Kitosan sebagai Biokoagulan

#### Pelarutan

Kitosan yang dihasilkan diaplikasikan sebagai koagulan dalam proses koagulasi dan flokulasi dengan menggunakan sampel limbah dari PT. Sido Muncul, Tbk. Dalam pengaplikasiannya, senyawa kitosan dilarutkan dalam senyawa asam asetat 1 % dengan pengadukan dengan magnetic stirrer selama 2 jam.

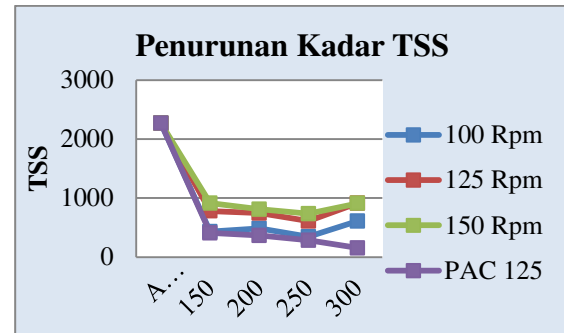
Tabel 3 Variabel Dosis dan Kecepatan Pengadukan Cepat

No.	Dosis (mg/L)	Kecepatan Pengadukan Cepat (rpm)
1	150	100
2	200	125
3	250	150
4	300	125 PAC

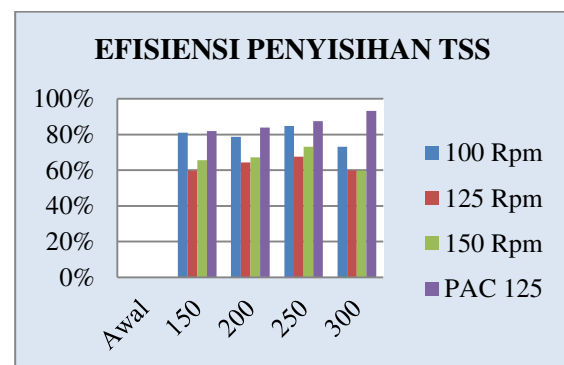
Proses koagulasi dan flokulasi dengan jar test menyesuaikan dengan standar SNI 19-6449-2000. Dimana hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan hasil penurunan parameter yang diolah akibat pengaruh dari pengadukan cepat yang dilakukan. Sedangkan untuk batasan dosis yang diberikan dalam penelitian mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh

Sinardi, 2013. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan terhadap parameter *Turbidity*, TSS dan COD setelah dilakukan proses koagulasi dan flokulasi.

### Analisa Total Suspended Solid (TSS)



Gambar 2 Kadar Penurunan TSS



Gambar 3. Efisiensi Penurunan TSS

Setelah proses jar test dilakukan maka didapatkan bahwa dosis optimum untuk penyisihan TSS adalah pada dosis 250 mg/L untuk kitosan keong sawah dengan kecepatan pengadukan 100 rpm dengan persentase penurunan sebesar 84.80 %. Sedangkan dosis optimum untuk PAC adalah 300 mg/L pada kecepatan 125 rpm dengan persentase penurunan sebesar 93.17 %.

Penurunan TSS terus terjadi pada penambahan sampai dengan dosis 250

mg/l dengan penurunan tertinggi yang mencapai 84.80 %. Sementara itu penyisihan TSS kembali mengalami penurunan dengan penambahan dosis 300 mg/l yaitu 73.13 %, hal ini disebabkan oleh adanya gangguan proses destabilisasi koloid akibat kelebihan muatan positif yang terdapat dalam limbah (Hartati, 2008).

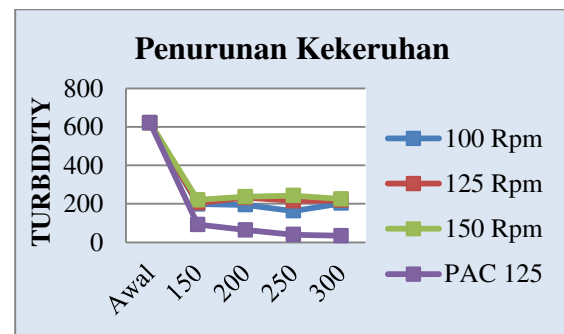
Dosis 250 mg/l menjadi dosis optimum kitosan dimana muatan positif akibat ion amina yang terkandung dalam kitosan memiliki perbandingan yang pas dengan jumlah muatan negatif yang terdapat dalam air limbah sehingga proses netralisasi partikel koloid berlangsung dengan baik, penambahan dosis kitosan diatas 250 mg/l mengakibatkan ion positif yang berlebih menghasilkan gaya tolak yang cukup besar yang menyebabkan adanya gerakan partikel dalam air dan mengganggu proses stabilisasi yang telah terjadi. Hal ini dapat menyebabkan gagalnya pengikatan dan pembentukan flok (Amir, 2010).

Kecepatan memiliki pengaruh yang signifikan dalam proses pembentukan flok. Dari hasil penelitian menunjukkan kecepatan pengadukan optimum dalam penggunaan koagulan kitosan keong sawah adalah 100 rpm. Penambahan kecepatan pada 125 rpm dan 150 rpm menghasilkan efisiensi penyisihan yang lebih kecil. Hal

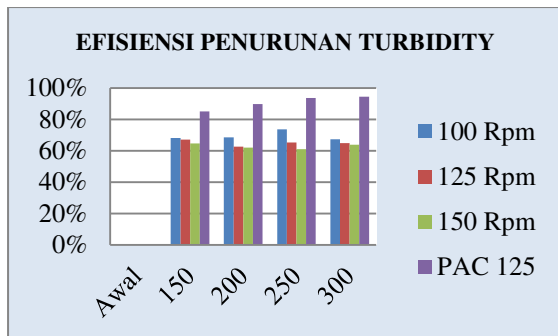
ini disebabkan oleh kecepatan pengadukan cepat yang terlalu tinggi menyebabkan rusaknya flok-flok yang sudah terbentuk. Menurut (Reynold, 1996) bahwa benturan partikel yang terdapat dalam air sebanding dengan percepatan dan gaya geser partikel dalam air. kecepatan yang terlalu besar menyebabkan gaya geser yang besar yang dapat merusak susunan flok yang terbentuk akibat proses stabilisasi koloid yang terjadi. Hal tersebut menyebabkan proses penambahan koagulan kitosan dengan pengadukan cepat 125 rpm dan 150 rpm memiliki nilai penyisihan TSS yang lebih rendah.

#### Analisa Kadar Kekeruhan (Turbidity)

Penurunan kekeruhan (*turbidity*) setelah penambahan koagulan merupakan salah satu bukti adanya pengikatan partikel koloid yang terdapat dalam air limbah. Karena kekeruhan dalam air limbah disebabkan oleh dispersi zat-zat padat dan koloid yang terkandung di dalam air limbah (Razif, 1997).



Gambar 4 Kadar Penurunan Kekeruhan



Gambar 5 Efisiensi Removal Turbidity

Dari grafik diatas diketahui bahwa kadar kekeruhan mengalami tren penurunan dengan penambahan berbagai dosis koagulan. Penurunan kadar kekeruhan dari air limbah berbeda-beda tergantung dari dosis dan pengadukan cepat yang dilakukan. Namun, tren kadar kekeruhan air limbah setelah penambahan koagulan kitosan mencapai antara 190 NTU sampai 250 NTU dengan jumlah penurunan antara 420 NTU sampai 370 NTU.

Penurunan kadar kekeruhan dengan penambahan koagulan PAC sebagai pembanding mencapai penurunan tertinggi mencapai 34.17 NTU dengan jumlah penurunan kadar kekeruhan antara 550 NTU sampai 590 NTU. Penurunan kadar kekeruhan dengan penambahan PAC mengalami tren penurunan yang linear berbanding lurus dengan bertambahnya dosis koagulan yang diberikan.

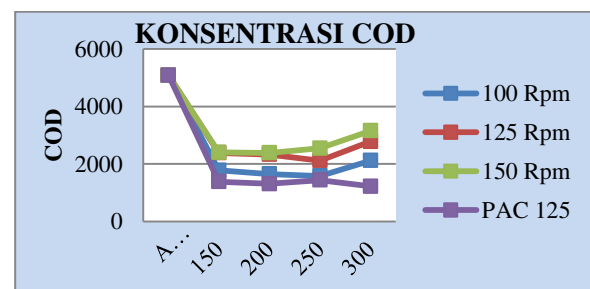
Setelah dilakukan proses jartest didapatkan bahwa dosis optimum untuk

penyisihan turbidity dengan menggunakan koagulan kitosan keong sawah adalah pada dosis 250 mg/L dengan kecepatan pengadukan cepat optimum adalah 100 rpm dengan persentase penyisihan sebesar 73.76 %. Sedangkan untuk penggunaan koagulan PAC persentase penyisihan terbaik adalah sebesar 94.5 % yaitu pada dosis 300 mg/L dan kecepatan pengadukan cepat 100 rpm.

### Analisa Chemical Oxygen Demand (COD)

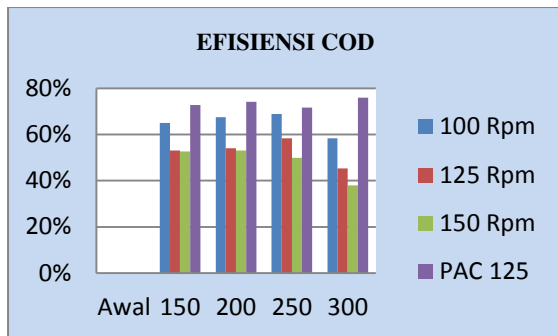
Kandungan organik yang dianalisa adalah COD karena merupakan parameter organik yang paling universal dan mencakup semua bahan organik yang terdapat dalam air limbah baik yang mudah terdegradasi maupun yang tidak mudah didegradasi.

Penambahan koagulan kitosan dalam proses jartest dapat menurunkan konsentrasi COD secara signifikan. Penurunan konsentrasi COD diakibatkan oleh penyisihan bahan-bahan organik yang berupa padatan koloid organik yang terdapat dalam air limbah.



Gambar 6 Kadar Penurunan COD





Gambar 7 Efisiensi Removal COD

Setelah dilakukan proses jarrest didapatkan bahwa dosis optimum untuk penyisihan COD dengan menggunakan koagulan kitosan keong sawah adalah pada dosis 250 mg/L dengan kecepatan pengadukan cepat optimum adalah 100 rpm dengan persentase penyisihan sebesar 68.86%. Sedangkan untuk penggunaan koagulan PAC persentase penyisihan terbaik adalah sebesar 75.89 % yaitu pada dosis 300 mg/L dan kecepatan pengadukan cepat 125 rpm.

Penurunan COD maksimum pada dosis optimum 250 mg/l disebabkan oleh banyaknya partikel yang terendapkan (TSS) pada dosis optimum dimana sebagian besar partikel tersebut adalah bahan organik. Hal ini sejalan dengan bahan baku yang digunakan dalam industri jamu dalam proses produksinya yaitu tumbuhan herbal yang pada akhirnya akan menghasilkan limbah yang sebagian besar merupakan materi organik.

## KESIMPULAN

1. Kitosan dari ekstraksi cangkang keong sawah (Pila ampullaceal) dapat dijadikan sebagai koagulan alternative dalam pengolahan limbah PT. Sido Muncul, Tbk karena dapat menurunkan kadar TSS, Turbidity dan COD secara signifikan
2. Dosis kitosan yang menghasilkan penurunan kadar parameter optimum adalah 250 mg/L dengan kecepatan pengendapan optimum 100 rpm.
3. Efisiensi penurunan parameter TSS, Turbidity dan COD pada dosis optimum berturut turut adalah 84.80 % ; 73.76 % dan 68.86 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alvarenga Elson Sentiago de. 2011. *Biotechnology of Biopolymers*. In Tech Press : Brazil
- Amin. F. N, Afifah. D dan Indro Sumantri.. 2013. *Pengolahan Limbah cair dan Farmasi Menggunakan Anaerobic Baffled Reactor Seacara Shock loading Dalam Upaya menghasilkan Biogas*. Semarang : Eprint UNDIP
- Darmasetiawan, Martin. 2001. *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air*. Bandung : Yayasan Suryono.
- Flatten Trond Peder. 2001. *Alluminium as A Risk Factor in Alzheimer's Disease with Emphasis on Drinking Water*.

- Brain Research Bulletin Vol. 55 No. 2.  
Norwegian University of Science and  
Technology : Norway
- Hendrawan dan Dori Rachmawani. 2011.  
*Studi Kandungan Kitosan Pada Keong  
Bakau (Telescopium sp) di Kawasan  
Konservasi Mangrove Kelurahan  
Pamusian Kota Tarakan. Tarakan :*  
Universitas Borneo Tarakan
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan  
Hidup No. 51/MENLH/10/1995  
*tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi  
Kegiatan Industri.*  
[[hukum.unsrat.ac.id/lh/menlh\\_51\\_1999.pdf](http://hukum.unsrat.ac.id/lh/menlh_51_1999.pdf)]. diakses tanggal 14 April 2014
- Khan Tanveer Ahmad, Kok Khiang Peh,  
Hung Seng Ching. 2002. *Reporting  
Degree Of Deacetylation Values of  
Chitosan: The Influence of Analytical  
Methods.* Journal of Pharmaceutical  
Science Vol.5 No,2 (205-212)
- Marin, F.; Luquet, G. 2004. *Molluscan  
shell proteins.* Comptes Rendus  
Palevol 3 (6–7)
- Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah  
Nomor 10 Tahun 2004 *Tentang Baku  
Mutu Air Limbah.*  
[[hukum.unsrat.ac.id/perda/perdajateng  
2004\\_10.pdf](http://hukum.unsrat.ac.id/perda/perdajateng2004_10.pdf)]. Diakses tanggal 14  
April 2014.
- Pujiastuti P. 2001. *Kajian Transformasi  
Kitin Menjadi Kitosan secara Kimiawi  
dan Enzimatik.* Prosiding Seminar  
Nasional Jurusan Kimia FMIPA UNS.  
Surakarta
- Rachmawati Eka. 2007. *Pemanfaatan  
Kitosan Hasil Deasitilasi Kitin  
Cangkang Bekicot Sebagai Adsorben  
Zat Warna Remazol Yellow.* Surakarta  
: UNS
- Risdianto Dian. 2007. *Optimalisasi Proses  
Koagulasi Flokulasi Untuk  
Pengolahan Air Limbah Industri Jamu  
(Studi Kasus PT.SidoMuncul,Tbk).*  
Tesis Megister Teknik Kimia  
Universitas Diponegoro : Semarang
- Sinardi, Prayatni. S dan Suprihanto. N.  
2013. *Pembuatan, Karakterisasi dan  
Aplikasi Kitosan dari Cangkang  
Kerang Hijau (Mytilus Viridis  
Linneaus) sebagai Koagulan  
Penjernih Air.* Solo : Konferensi  
Nasional Teknik Sipil (Konteks) 2013
- Stephen Alistair M et al. 2006. *Food  
Polysaccharides and Their  
Application.* CRC Press : Florida, USA
- Surat Keputusan Menteri Kesehatan  
Republik Indonesia Nomor  
245/Menkes/SK/V/1990 tentang  
Industri Farmasi dan Obat-Obatan
- Tchobanoglous, George. 2003.  
*Wastewater Engineering : Treatment  
and Reuse.* 4<sup>rd</sup> ed. New York :  
McGraw Hill Book Company.